

(19)



KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

KOREAN PATENT ABSTRACTS

(11)Publication number: 1020010067240 A  
(43)Date of publication of application: 12.07.2001

(21)Application number: 1020000056810  
(22)Date of filing: 27.09.2000  
(30)Priority: 22.12.1999 US 99 469315

(71)Applicant: GEORGIA TECH RESEARCH CORPORATION  
SAMSUNG SDI CO., LTD.  
(72)Inventor: DO, YEONG RAK  
LEE, IM YEOL  
PARK, UN JANG  
SEOMEOSUKEURISEUTOPEOJEI.  
YANG, HONG GEUN

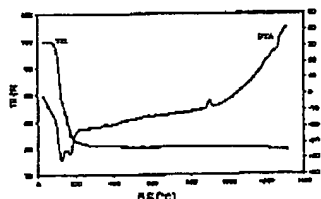
(51)Int. Cl. H01J 9/22

(54) BORATE FLUORESCENT MATERIAL AND METHOD FOR MANUFACTURING THE SAME

(57) Abstract:

PURPOSE: A borate fluorescent material and a method for manufacturing the same are provided to form a borate fluorescent material adapted for a plasma display panel by improving a quality of the borate fluorescent material.

CONSTITUTION: A mixture is formed by a metal oxide and a lot of borate. The mixture is heated to decompose the borate under the first temperature. The mixture obtained from the heating process is heated to form a fluorescent material under the second temperature. The fluorescent material obtained from the second heating process. The amount of the borate exceeds 10 percents of the desired amount. The metal oxide is formed by an aluminium oxide, an yttrium oxide, a gadolinium oxide, an europium oxide, and their combination.



COPYRIGHT 2001 KIPO

Legal Status

Date of final disposal of an application (00000000)

Date of registration (00000000)

Date of opposition against the grant of a patent (00000000)

(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(51) . Int. Cl. 7  
H01J 9/22

(11) 공개번호 특2001-0067240  
(43) 공개일자 2001년07월12일

(21) 출원번호 10-2000-0056810  
(22) 출원일자 2000년09월27일

(30) 우선권주장 09/469,315 1999년12월22일 미국(US)

(71) 출원인 삼성에스디아이 주식회사  
김순택  
경기 수원시 팔달구 신동 575번지  
조지아 테크 리서치 코퍼레이션  
추후제출  
미국 조지아주 30332-0415 아틀랜타 10th 스트리트 400 조지아 인스티튜트 오브 테크  
놀로지

(72) 발명자 이임열  
서울특별시강남구역삼동750-16  
박운장  
미국조지아주30338던우드레이크리지래인1206  
서머스크리스토퍼제이.  
미국조지아주30338던우드홀포드드라이브5430  
도영락  
서울특별시종로구무악동현대아파트108-509  
양홍근  
경기도수원시팔달구신동575

(74) 대리인 이영필  
권석홍

심사청구 : 없음

(54) 보레이트 형광체 및 그의 제조방법

요약

본 발명은 플라즈마 디스플레이 패널에 사용하기에 적당한 보레이트 형광체, 예를 들어  $Al_3GdB_4O_{12}:Eu$  구조의 형광체를 제공한다. 형광체는 단일 상 물질인 것이 바람직하다. 또한 본 발명은 형광체를 제조하는 방법을 제공한다. 상기 방법은 암모늄 옥사이드, 가돌리늄 옥사이드 및 유로븀 옥사이드 및 붕산과 같은 금속성 산화물의 혼합물을 두가지 상이한 온도에서 가열하는 단계를 포함한다. 혼합물에서 과량의 붕산을 사용하는 것은 단일 상 물질을 제공하게 되고 또한 낮은 온도에서 공정이 완성될 수 있는 제조상의 이점을 제공한다.

대표도

도 1

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 알루미늄 옥사이드, 가돌리늄 옥사이드, 유로퓸 옥사이드 및 붕산의 혼합물에 대하여 얻어진 열중량분석(TG) 및 시차열분석(DTA) 온도기록도를 도시한 것이다.

도 2a는 알루미늄 옥사이드, 가돌리늄 옥사이드, 유로퓸 옥사이드 및 붕산의 화학양론적 혼합물로부터 제조된 형광체의 X-회절도를 도시한 것이다.

도 2b는 알루미늄 옥사이드, 가돌리늄 옥사이드 및 유로퓸 옥사이드의 화학양론적 혼합물 그리고 10% 과량의 붕산으로부터 제조된 형광체의 X-선 회절도를 도시한 것이다.

도 3은  $\text{Al}_3\text{GdB}_4\text{O}_{12}:\text{Eu}$ 에 대하여 얻어진 인광(PL) 곡선을 도시한 것이다.

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 플라즈마 디스플레이 패널(PDP)의 제조에 이용될 수 있는 보레이트 형광체 그리고 그러한 형광체의 제조방법에 관한 것으로서, 구체적으로는 보레이트계 적색 형광체 및 그의 제조방법에 관한 것이다.

형광체는 산업적으로 형광 램프의 제조에 널리 이용되어 왔다. 또한 형광체를 PDP에 사용하는 것도 고려되어 왔다. 그러나, 형광체는 PDP에는 널리 실용화되지는 못하였다. 이러한 현상의 이유는 적합한 형광체가 희귀하다는 것과, 형광체의 안정성 또는 화학적 저항성에 관련된 문제 및 형광체의 합성과 관련된 난제를 포함한다.

PDP에 사용될 수 있는 형광체의 개발에는 전통적인 램프 형광체의 개발에서는 일반적으로 요구되지 고려가 필요하다. 예를 들어, PDP는 제논 또는 다른 그러한 가스의 플라즈마에 의하여 여기되기 때문에, 형광체는 이러한 영역의 파장을 흡수하여야 한다. 가스 플라즈마 방출은 147-180nm의 진공자외선(VUV) 파장에서 일어난다. VUV 파장은 6.9-8.4 eV의 밴드갭에 상응하는 것이고, 그리고 형광 램프에 이용되는 수은 방전의 254nm 파장(4.88eV)과는 구별되는 것이다. 많은 형광체 호스트 물질 고유의 밴드갭이 4eV 내지 7eV 사이에 존재하기 때문에, 많은 기지의 램프 형광체는 플라즈마 파장에서는 호리게 나타난다. 형광체 호스트 격자가 147-180nm 범위에서 효과적으로 흡수하여야 한다는 요건은 이용가능한 형광체의 선택을 제한하는데, 이는 많은 제안된 형광체가 활성화 원과 호스트 격자 밴드갭 사이의 에너지가 불일치되는 결과로 낮은 양자 효율을 가지기 때문이다.

감광제를 사용하여 상기 에너지 불일치를 보상하려는 시도들이 있어 왔지만, 예를 들어 상당한 시간의 기간 동안에 형광체 성능을 유지시키는 등의 다른 문제점이 존재한다. 형광체는 PDP가 작동하는 동안에 직접적으로 플라즈마에 노출되기 때문에, 호스트 격자는, 예를 들어, 이온충격 및 VUV 조사의 결과로 분해되는 경향이 있다. 이러한 분해는 시간에 따른 형광체 작용의 손실을 야기한다. 따라서, PDP에 이용될 수 있도록, 긴 시간 동안 안정성뿐 아니라 원하는 양자 효율을 보이는 형광체에 대한 요구가 존재한다.

보레이트 형광체는 PDP에 이용될 수 있다고 제안되어져 왔다. 그러나, 보레이트 형광체의 합성과 품질 조절이 어려운 것으로 보고되어져 왔다. 붕산 또는 붕소 산화물이 붕소원으로서 사용되는 공정에 있어서 특히 그러하다. 몇몇 난점은 형광체 조성의 조절에 있다. 예를 들어, 합성하는 동안에 반응체의 적합한 화학양론을 유지하기가 어렵다. 상기한 바와 같이 우수한 품질의 보레이트 형광체의 합성 방법에 대한 요구가 존재한다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

따라서, 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 PDP에 이용될 수 있도록, 긴 시간 동안 안정성뿐 아니라 원하는 양자 효율을 보이는 우수한 품질의 보레이트 형광체 및 그 제조방법을 제공하는 것이다.

발명의 구성 및 작용

부가적인 발명의 특징뿐 아니라 본 발명의 이러한 또는 다른 장점은 여기에 제공된 본 발명에 대한 기재로부터 명백해질 것이다.

상기한 요구의 많은 부분은 VUV 파장의 조사에 의하여 여기되는 보레이트 형광체를 제공하는 본 발명에 의하여 실현된다. 보레이트 형광체는 양호한 양자 효율을 가지고 상당한 시간에 걸쳐 인광 작용을 유지한다.

본 발명에 따른 보레이트 형광체는 금속, 붕소 및 산소를 포함한다. 어떠한 적당한 금속도 보레이트 형광체를 제조하는 데 이용될 수 있다. 그러한 금속의 예에는 알루미늄, 이트륨, 가돌리늄 및/또는 유로퓸이 포함되고, 알루미늄, 가돌리늄 및 유로퓸이 바람직하다. 본 발명에 따른 보레이트 형광체의 예로는  $\text{Al}_3\text{GdB}_4\text{O}_{12}:\text{Eu}$  구조의 적색 형광체를 포함한다. 본 발명의 보레이트 형광체는 바람직하게는 단일 상 물질이다.

또한 본 발명은 보레이트 형광체를 제조하는 방법을 제공한다. 상기 방법은 두가지 상이한 온도에서 금속성 산화물, 예를 들어  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Gd}_2\text{O}_3$  및  $\text{Eu}_2\text{O}_3$  와 붕산을 포함하는 혼합물을 가열하는 단계를 포함한다. 바람직한 실시예에서는 붕산이 과량으로 사용된다.

본 발명을 특정 실시예 및 방법과 관련하여 하기에서 개시하고 기재하지만, 이는 본 발명을 그러한 특정 실시예로 제한하기 위함이 아니고, 본 발명의 정신과 범주에 포함되는 한 그러한 모든 대체 실시예와 변형을 포함하기 위함이다.

본 발명은 PDP에 사용하기 적합한 보레이트 형광체를 제공한다. 본 발명의 보레이트 형광체는 붕소와 산소에 더하여, 예를 들어 알루미늄, 이트륨 및/또는 가돌리늄의 희토류 금속을 포함하는 호스트 금속과 같은 금속, 및 유로퓸과 같은 감광제를 포함한다. 형광체의 호스트 격자는 적합한 전구체 화합물 그리고 일반적으로 이러한 금속의 산화물로부터 합성된다. 본 발명의 보레이트 형광체는 VUV 구역에서 활성화되어 양호한 양자 효율로 방사한다. 본 발명의 보레이트 형광체의 구체적인 예로는  $\text{Al}_3\text{GdB}_4\text{O}_{12}:\text{Eu}$  구조의 적색 형광체이다. 본 발명의 바람직한 실시예에서, 보레이트 형광체는 실질적으로 단일 상 물질이다.

실시예에 의하면, 본 발명은

(a) 실질적으로 화학양론적인 양의 금속성 산화물과 과량의 붕산을 포함하는 혼합물을 제공하는 단계;

(b) 붕산을 분해하기 위하여 제1 온도로 혼합물을 가열하는 단계;

(c) 형광체를 형성하기 위하여 (b)로부터 얻은 혼합물을 제2 온도로 가열하는 단계; 및

(d) 형광체를 회수하는 단계를 포함하는 보레이트 형광체를 제조하는 방법을 제공한다.

임의의 적합한 보레이트 형광체는 본 발명의 방법에 의하여 제조될 수 있다. 제조될 수 있는 보레이트 형광체의 예는 감광제로 유로퓸을 포함하는 형광체를 포함한다. 형광체는 적합한 금속성 산화물, 예를 들어 알루미늄 옥사이드, 이트륨

옥사이드, 가돌리늄 옥사이드, 유로퓸 옥사이드 또는 다른 희토류 산화물 및 그들의 조합을 포함하는 군으로부터 선택된 금속성 산화물로부터 제조될 수 있다. 구체적으로 알루미늄 옥사이드, 가돌리늄 옥사이드 및 유로퓸 옥사이드의 혼합물로부터 제조될 수 있다. 산화물들은 제조하고자 하는 형광체에 존재하는 다양한 성분들의 적당한 화학양론을 제공하기에 적합한 양으로 조합된다.

상기 제1 및 제2 온도는 적당한 방법에 의하여, 예를 들어 온도 분석에 의하여 결정될 수 있다. 따라서 열중량분석 또는 시차열분석 또는 양자 모두가 금속성 산화물과 붕산의 혼합물에 이용될 수 있다. 제1 온도는 빠른 분해 속도를 성취하기 위하여 붕산의 분해 온도보다 더 높은 것이 바람직하다. 붕산이 완전히 분해되거나 붕소 산화물로 전환되는 온도는 TG의 중량 감소 곡선 또는 DTA의 피크로부터 결정될 수 있다.

제2 온도는 형광체의 형성이 일어나는 온도와 같거나 더 높은 것이 바람직하다. 형성 온도는 DTA 곡선에서 관찰되는 고온 전이 또는 피크로부터 얻어질 수 있다. 반응 혼합물은 형성 온도보다 약 100℃ 내지 약 300℃ 더 높은 온도에서 가열되는 것이 바람직하고, 더욱 바람직하게는 약 1000℃ 내지 약 1200℃의 온도에서 가열되는 것이다. 가열이 완료된 후에 형광체 결과물은 임의의 잔사를 제거하기 위하여 세척되거나 또는 추출될 수 있다.

구체적인 실시예에 따르면, 본 발명은

(a) 알루미늄 옥사이드( $Al_2O_3$ ), 가돌리늄 옥사이드( $Gd_2O_3$ ), 유로퓸 옥사이드( $Eu_2O_3$ ) 및 붕산( $H_3BO_3$ )을 포함하는 혼합물을 제공하는 단계;

(b) 붕산을 분해하기 위하여 (a)의 혼합물을 가열하는 단계;

(c) 형광체를 형성하기 위하여 (b)의 혼합물을 약 880℃ 이상의 온도에서 가열하는 단계; 및

(d) 형광체를 회수하는 단계를 포함하는  $Al_3GdB_4O_{12} : Eu$  구조의 형광체를 제조하는 방법을 제공한다.

(a)의 혼합물은  $Al_2O_3$ ,  $Gd_2O_3$ ,  $Eu_2O_3$  및 붕산을 실질적으로 화학양론적인 양으로 포함하는 것이 바람직하고, 더욱 바람직하기로는  $Al_2O_3$ ,  $Gd_2O_3$ , 및  $Eu_2O_3$ 을 실질적으로 화학양론적인 양으로, 그리고 붕산을 과량으로 포함하는 것이다. 따라서 예를 들어,  $Al_2O_3$ ,  $Gd_2O_3$ ,  $Eu_2O_3$  및  $H_3BO_3$ 은 약 1.5:0.5:0.5:(4+X)의 몰비로 혼합될 수 있고, 이때 X는 0 또는 그 이상으로서 예를 들어 0 내지 약 1, 바람직하게는 0 내지 약 0.5이다. 놀랍게도, 그 자체로서 또는 붕소 산화물로서 과량의 붕산을 사용하는 것이 형광체를 형성하는 데 환류로서 작용하여 형광체를 형성하는 데 필요한 소성 온도를 감소시킨다는 사실을 발견하였다.

본 발명의 형광체는 탁월한 성능의 유지를 보인다. 전통적인 방법보다 낮은 소성 온도에서 형광체를 생산하는 본 발명은 형광체 제조과정에서 사용된 높은 연소 온도가 형광체 성능의 유지에 기여한다는 일반적인 관념에 반대되는 것이다.

과량의 붕산은 성분들의 적합한 화학양론을 제공하는 것을 돕고, 또한 형광체 제조시에 에너지 필요량을 감소시키는 면에서 경제적 이점을 제공한다. 임의의 붕산의 적합한 과량 예를 들어, 0.1% 이상, 바람직하게는 1% 이상이고, 더욱 바람직하게는 10% 이상의 몰과량의 사용될 수 있다.

혼합물의 성분은 잘-혼합된 혼합물을 얻기 위하여 조합되고 완전히 혼합된다. 혼합물은 바람직하게는 균일한 혼합 및 분해를 확보하기에 적합한 시간주기 동안 예를 들어 불린에서 분해된다. 따라서, 불린분해는 약 0.1 시간 내지 약 12 시간 동안 수행될 수 있고, 바람직하게는 약 4시간동안 수행된다.

그리고나서 혼합물은 붕산을 붕소 산화물로 분해시키기 위하여 가열된다. 이 분해는 약 100℃ 내지 약 200℃의 온도범위에서 일어난다. 합리적인 속도로 분해가 완성되도록, 혼합물은 분해 온도보다 더 높은 온도에서, 예를 들어, 약 700℃까지의 온도에서, 바람직하게는 약 200℃ 내지 약 500℃의 온도에서, 더욱 바람직하게는 약 400℃ 내지 약 500℃ 온도에서 가열된다.

상기 (b)에서의 혼합물은 봉산을 완전히 분해시키기 위하여 적절한 기간동안 가열된다. 가열 기간은 온도가 낮아짐에 따라 더 길어질 것이다. 혼합물은 약 0.1 시간 또는 그 이상의 기간 동안, 전형적으로 0.1 시간 내지 12 시간동안, 바람직하게는 약 1 시간 내지 약 3 시간, 더욱 바람직하게는 약 2시간 동안 가열될 수 있다.

다음으로 혼합물은 더 높은 온도에서 가열된다. 예를 들어 880°C 이상의 온도에서, 전형적으로는 900°C 이상에서, 바람직하게는 약 1000°C 내지 1200°C에서, 더욱 바람직하게는 약 1000°C 내지 약 1100°C에서 가열된다. 혼합물은 약 0.1 시간 또는 그 이상, 전형적으로는 약 0.1 시간 내지 12 시간동안, 바람직하게는 약 1 시간 내지 약 3 시간, 더욱 바람직하게는 약 2시간 동안 가열될 수 있다.

상기와 같이 가열된 혼합물은 원하는 형광체로 전환된다. 본 발명의 실시예에 따르면, 임의의 잔존 붕소 산화물은 예를 들어 물과 같은 적절한 용매로 생성물을 세척함으로써 제거될 수 있다.

본 발명에 따라서 생산된 형광체의 구체에는 하나 이상의 하기 이점을 갖는다: 형광체는 단일 상 물질이고, 형광체는 포화도에 달한 적색을 낸다. 형광체는 VUV 영역, 구체적으로 147nm에서 흡수하고, 약 614nm에서 샤프한 방사 선을 가진다. 형광체는 양호한 양자 효율, 예를 들어, 30% 이상 바람직하게는 약 40% 또는 그이상, 더욱 바람직하게는 약 40% 내지 약 50% 또는 그 이상의 양자 효율을 가진다.

하기 실시예는 본 발명을 예시하는 것으로서, 본 발명의 범위를 제한하기 위한 것이 아니다.

#### <실시예 1>

본 실시예는 붕산의 분해 온도를 결정하는 방법과  $\text{Al}_3\text{GdB}_4\text{O}_{12}:\text{Eu}$  적색 형광체의 형성 온도를 예시한다. 상기 온도는 TG 및 DTA 방법을 사용한 온도 분석에 의하여 측정된다.

균일한 혼합물을 얻기 위하여,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Gd}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Eu}_2\text{O}_3$  및  $\text{H}_3\text{BO}_3$ 의 화학양론적인 양을 포함하는 혼합물을 4시간 동안 분쇄하였다. 다음에 혼합물을 온도 분석하였다. 도 1은 TG 온도기록과 DTA 커브를 도시한다. TG 커브는 100-200°C의 온도 범위에서 많은 중량 손실을 보였다. 이 중량 손실은 붕산의 분해에 의한 것으로서, 즉,  $2\text{H}_3\text{BO}_3 \rightarrow \text{B}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ 에 의한 것이다. 이 분해는 중간체  $\text{HBO}_2$ 가 매개되는 두-단계 과정이고, 이는 또한 이 온도 범위에서 두 개의 피크가 나타나는 DTA 커브로부터 명백하다. 또한 DTA 커브는 890°C에서 딸릴 피크가 나타난다. 이 피크 온도는  $\text{Al}_3\text{GdB}_4\text{O}_{12}:\text{Eu}$ 의 형성 온도에 상응한다.

#### <실시예 2>

본 실시예는 본 발명의 일 태양에 따른 형광체를 제조하는 방법을 예시한다.

$\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Gd}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Eu}_2\text{O}_3$  및  $\text{H}_3\text{BO}_3$ 의 화학양론적 양을 포함하는 혼합물을 4시간 동안 분쇄하였다. 다음에 혼합물을 500°C에서 2시간 동안 가열하였다. 다음에 다른 2시간 동안 1000°C에서 가열하였다. 그 결과 생산된 형광체를 X-선 회절기로 분석하였다. 도 2a는 생성물의 X-선 디프랙토그램을 도시한다. 생성물에서  $\text{Al}_3\text{GdB}_4\text{O}_{12}:\text{Eu}$ 의 존재를 회절도로 확인하였다.

#### <실시예 3>

본 실시예는 본 발명의 일 태양에 따른 형광체를 제조하는 방법을 예시한다. 반응 혼합물에 포함된 과량의 붕산은 고 순도의 형광체를 생산하였다.

$\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Gd}_2\text{O}_3$ , 및  $\text{Eu}_2\text{O}_3$ 의 화학양론적 양과 10% 과량의  $\text{H}_3\text{BO}_3$ 의 혼합물을 4 시간 동안 분쇄하였다. 다음에 혼합물을 500°C에서 2시간 동안 가열하였고 그후 다른 2시간 동안 1000°C에서 가열하였다. 결과 생성물은 붕소 산화물과 같은 임의의 잔사를 완전히 제거하기 위하여 세척하고, 형광체를 X-선 회절기로 분석하였다. 도 2b는 제조된 형광체의 X-선 회절도를 도시한다. 회절도로부터  $\text{Al}_3\text{GdB}_4\text{O}_{12}:\text{Eu}$  형광체는 본질적으로 순수하고 단일 상인 것을 확인하였다.

<실시예 4>

본 실시예는 본 발명의 일 태양에 따라 제조된 형광체의 몇몇의 이점 또는 성질을 예시한다.

실시예 3에서 제조된 형광체를 VUV 분광도로 분석하였다. 인광(PL) 스펙트럼 형태 및 직접 양자 효율이 측정되었다. 도 3은  $\text{Eu}^{3+}$  의 특징인 614nm에서의 방사선을 포함하는 생성물의 PL 스펙트럼을 도시한다. 스펙트럼의 형태는 파괴되지 않았고 형광체는 본질적으로 단일 상임을 확인하였다. 스펙트럼 형태를 파괴할 불순물이나 또는 이물질이 없었다. CIE 색 좌표는 (0.643, 0.356) 이었다. 형광체는 양호한 색조 강도의 방사선을 생산하였다.

양자 효율은 VUV 구간을 통하여 65%의 일정한 양자 효율을 가지는 것으로 알려진 소듐 살리실레이트 표준물질과 적 분 발광강도를 비교함으로써 측정되었다. 147nm 파장의 VUV 광에 의하여 여기되었을 때, 형광체는 41%의 양자 효율을 나타내었다.

발명의 효과

상기에서 살펴본 바와 같이, 본 발명의 보레이트 형광체는 플라즈마 디스플레이 패널에 사용하기에 적합하고, 이외 제조방법에서 과량의 붕산을 사용하는 것은 단일 상 물질을 제공하게 되고 또한 낮은 온도에서 공정이 완성될 수 있는 제조상의 이점을 제공한다.

본 발명이 바람직한 실시예를 강조하여 기술되었지만, 개시된 산물 또는 방법이 변형될 수 있다는 것은 당업자에게 자명하다. 본 발명은 여기에서 구체적으로 기술된 것과 다른 방법으로 실행될 수 있다. 따라서 본 발명은 하기 청구항의 정신과 범위내에 포함된 모든 변형을 포함한다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

알루미늄, 가돌리늄, 붕소, 산소 및 감광제를 포함하고, VUV 광에 의하여 여기되는 보레이트 형광체.

청구항 2.

제1항에 있어서, 상기 감광제는 유로퓸인 것을 특징으로 하는 형광체.

청구항 3.

제2항에 있어서,  $\text{Al}_3\text{GdB}_4\text{O}_{12}:\text{Eu}$  구조를 가지는 것을 특징으로 하는 형광체.

청구항 4.

제3항에 있어서, 실질적으로 단일 상 물질인 것을 특징으로 하는 형광체.

청구항 5.

- (a) 금속성 산화물 및 과량의 붕산을 포함하는 혼합물을 제공하는 단계;
- (b) 붕산을 분해하기 위하여 제1 온도로 혼합물을 가열하는 단계;
- (c) 형광체를 형성하기 위하여 상기 제1 온도보다 더 높은 제2 온도로 (b)의 혼합물을 가열하는 단계; 및
- (d) 형광체를 회수하는 단계를 포함하는 보레이트 형광체의 제조방법.

청구항 6.

제5항에 있어서, 붕산의 양은 원하는 붕소 함량에 비하여 약 10% 과량인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 7.

제6항에 있어서, 상기 금속성 산화물은 알루미늄 옥사이드, 이트륨 옥사이드, 가돌리늄 옥사이드, 유로퓸 옥사이드 및 그들의 조합으로 구성된 군으로부터 선택된 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 8.

(a) 암모늄 옥사이드, 가돌리늄 옥사이드, 유로퓸 옥사이드 및 붕산을 포함하는 혼합물을 제공하는 단계;

(b) 붕산을 분해하기 위하여 혼합물을 가열하는 단계;

(c) 형광체를 형성하기 위하여 (b)의 혼합물을 약 880℃ 또는 그 이상의 온도에서 가열하는 단계; 및

(d) 형광체를 회수하는 단계들을 포함하는 것을 특징으로 하는  $Al_3GdB_4O_{12}:Eu$  구조의 형광체의 제조방법.

청구항 9.

제8항에 있어서, (a)에서의 혼합물은 암모늄 옥사이드, 가돌리늄 옥사이드, 유로퓸 옥사이드를 실질적으로 화학양론적인 양으로 그리고 붕산을 과량으로 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 10.

제9항에 있어서, 상기 붕산의 양은 약 10% 과량인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 11.

제8항에 있어서, 상기 (b)에서의 혼합물은 약 100℃ 내지 약 500℃의 온도에서 가열되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 12.

제11항에 있어서, 상기 (b)에서의 혼합물은 약 0.1 시간 내지 약 12 시간 동안 가열되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 13.

제11항에 있어서, 상기 (b)에서의 혼합물은 약 500℃의 온도에서 가열되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 14.

제13항에 있어서, 상기 (b)에서의 혼합물은 약 2 시간 동안 가열되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 15.

제8항에 있어서, 상기 (c)에서의 혼합물은 약 1000℃ 내지 약 1200℃의 온도에서 가열되는 것을 특징으로 하는 방법.



청구항 16.

제15항에 있어서, 상기 (c)에서의 혼합물이 약 0.1 시간 내지 약 12 시간 동안 가열되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 17.

제15항에 있어서, 상기 (c)에서의 혼합물을 약 1000℃의 온도에서 가열하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 18.

제11항에 있어서, 형광체를 세척하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 19.

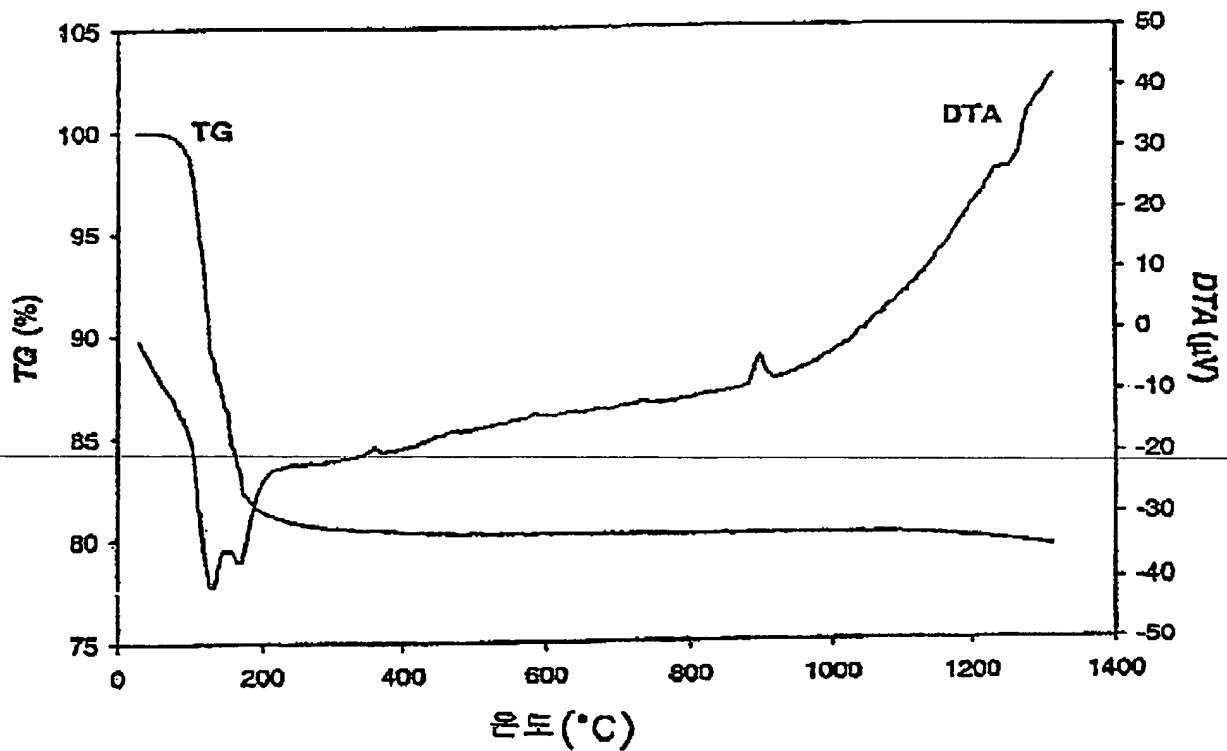
제5항의 방법으로 제조된 형광체.

청구항 20.

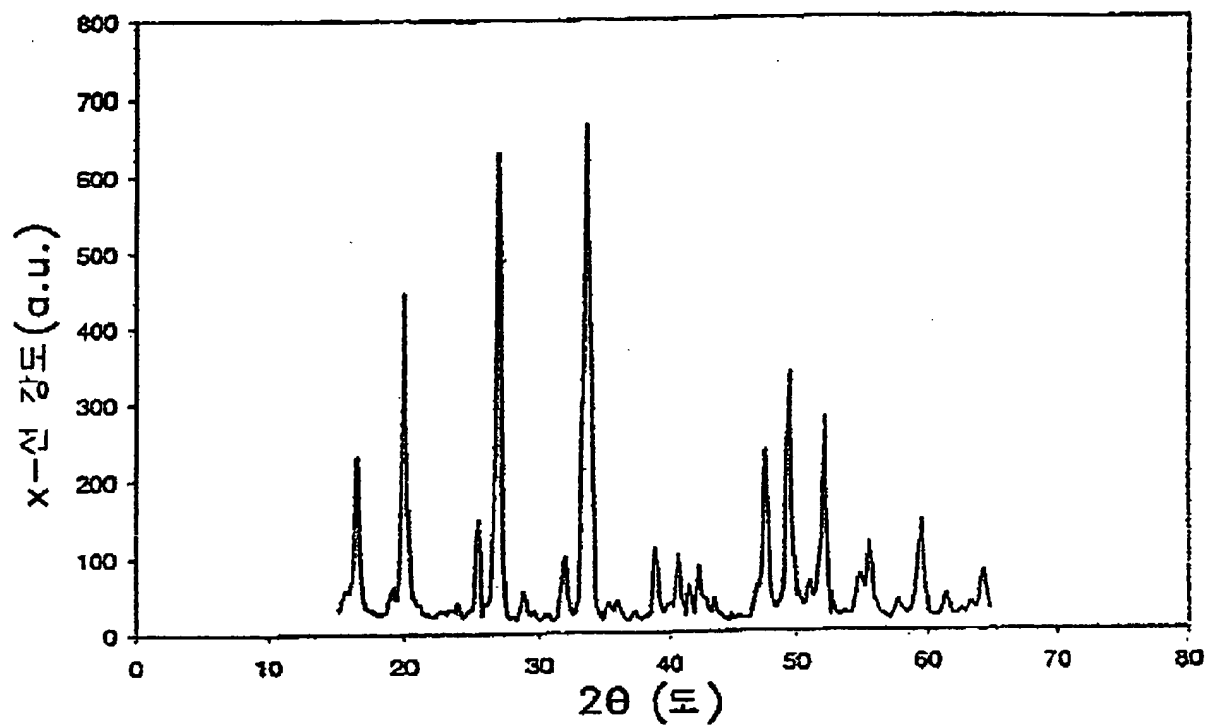
제8항의 방법으로 제조된 형광체.

도면

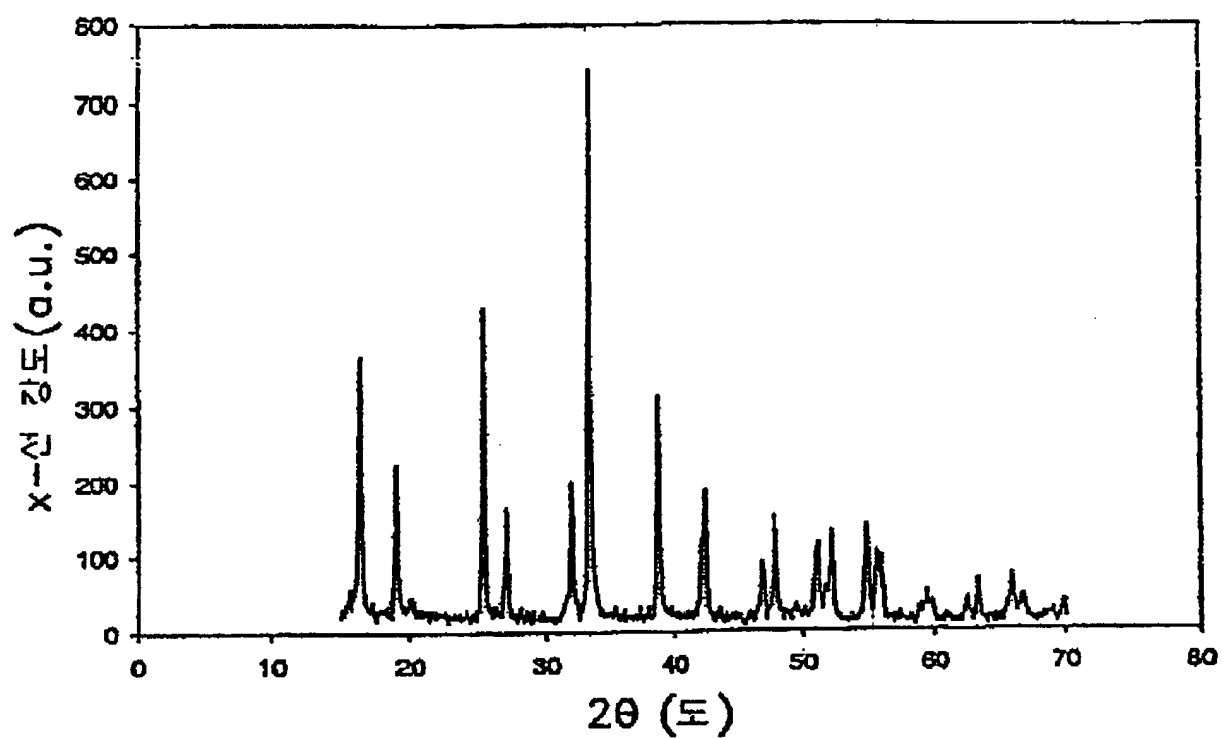
도면 1



도면 2a



도면 2b



도면 3

